

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-326420

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

(51) Int. Cl.³

H01S 3/18
3/25

識別記号

庁内整理番号

P 1

技術表示箇所

8934-4M

H01S 3/23

S

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平6-73634

(22) 出願日 平成6年(1994)4月12日

(31) 優先権主張番号 08/049897

(32) 優先日 1993年4月20日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000798

ゼロックス コーポレーション

XEROX CORPORATION

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14644

ロチェスター ゼロックス スクエア

(番地なし)

(72) 発明者 トマス エル. パオリ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94022 ロス アルトス サイプレス ド

ライヴ 420

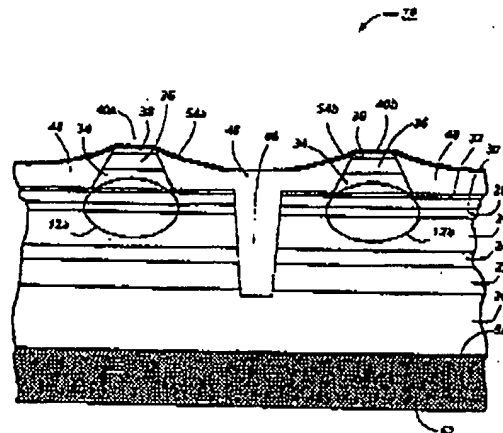
(74) 代理人 井理士 中島 淳 (外2名)

(54) 【発明の名称】 モノリシックレーザアレイ

(57) 【要約】

【目的】 熱的、電気的、且つ光学的に少ないクロストークを有する、2つ以上のわずかにだけ離間された独立してアドレス可能な半導体レーザのモノリシックアレイを提供する。

【構成】 分離溝46は、隣合うレーザ素子12a、12bの間に形成され、プレーナアクティブ多層導波管上のメサ(台形)をエッチングすることによって生成される。導波管を装填したリブ40a、40bによって固定される。リブ40a、40bとの別々の電気接続、及び、基板20との共通の電気接続は、レーザ素子12a、12bの各々を個々にアドレス可能にする。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 モノリシックレーザアレイであって、

第1及び第2表面を有する半導体基板と、

前記基板の前記第1表面上にあると共に、前記基板とは反対側の第3表面を有する多層構造体であって、前記基板と同じ導電形を有する第1の半導体拘束層と、反対の導電形を有する第2の半導体拘束層と、を含み、更に、前記第1及び第2の半導体拘束層間に介在するとともに、前記第1及び第2の半導体拘束層よりも小さなバンドギャップを有するレイジング光を生成及び伝播するためのアクティブ半導体層を含む、前記多層構造体と、前記多層構造体の少なくとも1つの層中の複数の横方向の光導波路と、

前記複数の横方向の光導波路の内の少なくとも2つのための光学共振器と、

前記第3表面上の複数のアドレス電極であって、各々が前記光導波路の1つと対応される前記複数のアドレス電極と、

前記第3表面から前記アクティブ層を介して延出する、

前記光導波路の内の2つの間にある分離溝と、

前記基板の前記第2の表面上の共通電極であって、前記アドレス電極の各々に対応される光導波路を介して電流の流れを可能にするように、前記アドレス電極の各々と共働する前記共通電極と、

マウント表面を有するパッケージであって、前記半導体基板の第1表面が前記マウント表面に取り付けられている、前記パッケージと、

を備えるモノリシックレーザアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、わずかなだけ離間された、独立してアドレス可能な半導体レーザの設計、及び製造に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】わずかなだけ離間された、独立してアドレス可能な半導体レーザのモノリシックアレイは、例えば、光学ディスクレコーダ、レーザプリンタ及び、光ファイバ通信システム等の装置の重要な光部である。このようなレーザアレイの場合、一般的にレーザ素子を出来るかぎり密に充填（バック）することが所望される。一方、わずかなだけ離間されたレーザ素子の場合、電気的に接続及びヒートシンク（冷却）することは困難である。更に、わずかなだけ離間されたレーザ素子は、電気的、光学的及び／又は熱的に相互作用する傾向があり、これらはクロストーク（漏れ）と称され、一般的に望ましくない。

【0003】従って、半導体レーザのわずかなだけ離間された（密な）アレイ中のクロストークを減少できる設計及び製造技術が必要とされている。それらの設計及び製造技術が、約750nmよりも短い波長で光を放射する

素子を有するレーザアレイに適用できることは有益である。

【0004】

【課題を解決するための手段と作用】本発明によって、わずかなだけ離間された、独立してアドレス可能な半導体レーザのモノリシックアレイは、熱的、電気的、及び、光学的に少ないクロストークを有することができる。本発明の一態様に従って、分離溝は、メサ（台形）をエッチングすることによってプレーナ（平面）アクティブ多層導波路上に形成されるリブが付された導波路によって画定される複数のレーザ素子を分離する。第2実施例におけるレーザ素子は、第1実施例のレーザ素子と同様に画定されて、分離されるが、追加的、選択的に反対の導電形の空乏（障壁）層が加えられる。第3実施例におけるレーザ素子は、第2実施例のレーザ素子と同様に画定されるが、空乏層上及びメサの露出された頂部に形成されるコンタクト（接点）層が追加される。分離溝は、エピタキシャル層の頂部から基板へ有益にエッチングされる。

【0005】様々な実施例のレーザアレイ構造体の頂部表面は、電気的絶縁体、好ましくは熱的絶縁体でもある電気的絶縁体でメサの周辺及び分離溝を充填することによって、有益に平面化される。別々の電気コンタクトは、レーザ素子と対応するの各リブに形成され、一方、マウンティング（取り付け）面に取り付けられる基板は、各素子と共通の電気接続を提供する。実際に、レーザ素子は、約300μmよりも長いことが有益であり、アクティブ層は、（レーザしきい値電流を減少させるように）ひずめられる。

【0006】本発明は、モノリシックレーザアレイであって、第1及び第2表面を有する半導体基板と、前記基板の前記第1表面上にあると共に、前記基板とは反対側の第3表面を有する多層構造体であって、前記基板と同じ導電形を有する第1の半導体拘束層と、反対の導電形を有する第2の半導体拘束層と、を含み、更に、前記第1及び第2の半導体拘束層間に介在するとともに、前記第1及び第2の半導体拘束層よりも小さなバンドギャップを有するレイジング光を生成及び伝播するためのアクティブ半導体層を含む、前記多層構造体と、前記多層構造体の少なくとも1つの層中の複数の横方向の光導波路と、前記複数の横方向の光導波路の内の少なくとも2つのための光学共振器と、前記第3表面上の複数のアドレス電極であって、各々が前記光導波路の1つと対応される前記複数のアドレス電極と、前記第3表面から前記アクティブ層を介して延出する、前記光導波路の内の2つの間にある分離溝と、前記基板の前記第2の表面上の共通電極であって、前記アドレス電極の各々に対応される光導波路を介して電流の流れを可能にするように、前記アドレス電極の各々と共働する前記共通電極と、マウント表面を有するパッケージであって、前記半導体基板の

第1表面が前記マウント表面に取り付けられている、前記パッケージと、を備える。

【0007】

【実施例】図1は、本発明に従って、第1実施例の半導体レーザアレイ10の断面図を示す。レーザアレイ10は、2つの独立してアドレス可能な半導体レーザ素子12aと12bを有する。レーザアレイ10は、上にn-GaAsがエピタキシャルに堆積される基板20と、n-GaAsからなる緩衝層22と、n-Ga_{0.5}In_{0.5}Pからなる遷移層24と、Al_{0.5}In_{0.5}Pからなるクラッド層26と、(好ましくはドーパ処理されていない)アクティブ導波路多層28と、p-Al_{0.5}In_{0.5}Pからなる部分的な頂部クラッド層30と、p-GaAs(p-Ga_{0.5}In_{0.5}P)からなるエッチング停止層32と、p-Al_{0.5}In_{0.5}Pからなる部分的な頂部クラッド層34と、p-Ga_{0.5}In_{0.5}Pからなる遷移層36と、p-GaAsからなるキャップ(蓋)層38と、を含む。

【0008】層の成長中に原子面の自然な秩序を抑制するために、基板20は、(100)方向に関して、異なる配向(misorient)がなされる。これによって、層の構造にとって、最大のエネルギーバンドギャップを有する層を成長させる。緩衝層22は0.2から0.5μmの範囲内の厚みを有し、遷移層24は0.1から0.3μmの範囲内の厚みを有し、クラッド層26は0.5から1μmの範囲内の厚みを有し、クラッド層30は0.2から0.4μmの範囲内の厚みを有し、エッチング停止層32は10から50nmの範囲内の厚みを有し、クラッド層34は0.1から0.8μmの範囲内の厚みを有し、遷移層36は0.1から0.5μmの範囲内の厚みを有し、キャップ層38は20から100nmの範囲内の厚みを有する。

【0009】アクティブ導波路多層28は、(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}Pからなるバリア層によって分離されるGa_{0.5}In_{0.5}P又は、(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}Pからなるアクティブウェル(井戸)層の複数の(下記参照)量子ウェルヘテロ構造、から構成されて、(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}Pからなる上側と下側のキャリア拘束層の間に挟まれる。

【0010】更にアクティブ導波路多層28は、厚み100から200nmのキャリア拘束層の間に挟まれる厚み10から30nmのバリア層、N-1個によって分割される厚み2から20nmのアクティブ量子ウェル層、N個を有する。Nは、1から5個の間であるのが好ましく、しきい電流密度、及び温度によるその変化を最小化するように選択される。実施例では、(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}Pからなる厚み12nmのバリア層によって分割されるGa_{0.5}In_{0.5}P(y=0.4)からなる2個の厚み8nmのアクティブ量子ウェルを有し、全体は(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}Pからなる厚み140nmの拘束層の間に挟まれる。この場合、y=0.4は、圧縮的なひずみ量子ウ

エルを生成するように選択される。

【0011】レーザ素子12aと12bは、エッチング停止層32に達するまで、層34、36及び38をエッチングすることによって形成されるそれぞれリブ40aと40bによって画定される。レーザ素子の間には、分離溝46(次いで、更に詳細に説明される)がある。プレーナ絶縁層48は、例えば、ポリイミド又はSi₃N₄等の電気絶縁材料から構成され、エッチング停止層32上及び溝46中にその絶縁材料を堆積することによって形成される。開口部は、メタライズ(金属処理)された電気コンタクト54aと54bを分割できるように、絶縁層48を介して形成され、リブ40aと40bに作られる。

【0012】レーザアレイ10のリブ40a及び40bは、幅が2μmから4μmであり、10から100μmの範囲内の中心から中心の間隔を有する。分離溝46の幅は2μmよりも広い。リブ40a及び40bの最大幅は、レーザ放射が動作出力電力範囲にわたって基本的な空間モードに維持されるという要求によって影響される。

【0013】レーザアレイ10を生成するために、上述の構成成分22(緩衝層)乃至38(キャップ層)から構成される均一なエピタキシャル層の構造体が、基板20上に製造される。次に、リブ40a及び40bが、ウェット化学的エッチングによって形成されると共に、分離溝46が、レーザ素子の間にリアクティブイオンエッチング(反応性イオンエッチング)又は、ウェット化学的エッチングによって形成される。次に、絶縁層48は、全体の構造体上に付着され、開口部は、絶縁層48を介して、リブ40a及び40bの上に作られる。次に、均一な金属コンタクト58は基板に付着され、別々の金属コンタクト54a及び54bはエピタキシャル面に加えられる。次に、ウェハは、レーザアレイのパーヘ切断される。次に、パーの上のレーザ素子の前側及び背面のファセット(面)は被覆(コート)され、パーは1個が2つのレーザよりなる個々のアレイに分割される。次に、各レーザアレイは、マウント62に取り付けられるその基板と共にパッケージ(実装)され、更に、ワイヤ(図示されていない)が、露出された電気コンタクトに取り付けられる。

【0014】レーザ素子12a及び12bは、(1)画像平面上に容易に焦点が合わされ、(2)各素子によって放射される電力を独立制御を実質的に可能にする、ように組問される。第2ファクタは、レーザアレイ10中の素子同士の間クロストークが最少化されることを示す。クロストークの減少させるのに役立つ特徴は、放射レーザビームを形成し、操作するために使用される画像形成光学系によって許容される最大値になるように素子同士の間中心から中心の間隔を設定することと、隣合うレーザ素子の間に、光学的、電氣的、及び熱的分離

(絶縁)を増加させる分離溝幅を、実質的にそれらの性能(パフォーマンス)に影響を与えないように選択すること、分離溝をアクティブ層28を貫通して(好ましくは基板20中へ)延出させること、(外部の)受光体(例えば感光体)が応答することが可能とされる最長波長でレイジング(レーザ発振)放射を提供する量子ウェルアクティブ層構造体及び/又は厚みを使用すること、最低しきい値密度を達成するように圧縮ひずみ下で量子ウェルアクティブ層を成長させること、レーザキャビティ(空洞)の少なくとも1ファセット(面)に非常によく反射する被覆剤(コーティング)を塗布することによってレイジングしきい値密度の熱依存性を最少化すること、長さが300 μm よりも長くなるようにレーザキャビティを構成することによってレイジングしきい値密度の熱依存性を更に最少化すること、アクティブ導波路中に1よりも多い量子ウェルを形成することによって、しきい値電流の温度感度を減少させること、を含む。

【0015】4%よりも少ないクロストークを達成するレーザアレイ10は、約25 μm 間隔で離間される長さ500 μm のレーザ素子から構成される。幅13 μm の溝は、その25 μm 内を中心として位置される。各レーザ素子は、光を約680nmで半波長被覆剤を有する前面ファセットから放射する。背面ファセットは、入射光の約95%を反射するように被覆される。レーザ素子は、圧縮的にひずまされる $\text{Ga}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{P}$ の2つの量子ウェルからなるアクティブ層を含む。

【0016】図2はレーザアレイ2の第2実施例を示す。レーザアレイ100は、レーザアレイ10(図1)と類似しているが、絶縁層48の代わりに GaAs 、 AlGaAs 又は $\text{Ga}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{P}$ (米国特許第4,792,958号参照)のいずれかのn形層から構成される空乏層を用いる。レーザアレイ100は、レーザアレイ10と同様に形成され、エピタキシャル層22、24、26、28、30、32、34、36、及び38が、基板20上に成長され、そして次に、エッチングマスクを用いてエッチングすることによってリブ40a及び40bが画定される。リブのエッチング後であるが、所定の位置にリブエッチングマスク(図示されていない)がある状態で、空乏層148は、リブ40a及び40b並びにエッチング停止層32の上に選択的に成長される。リブエッチングマスクは、リブ上のエピタキシャル成長を防止すると共に、エッチング停止層32上、及びリブの側壁の層34、36、38の露出部分上に係る成長を可能とする。次に、エッチング停止層は除去されて、電気コンタクト154a及び154bは、レーザ素子毎の個々のアドレスを可能にするために空乏層148上、及びキャップ層38上に、堆積される。

【0017】(pドープされた)エッチング停止層32と空乏層148の界面は、レーザアクティブ層が順バイ

アスされると、逆バイアスされるpn接合を形成する。従って、コンタクト154aと154bからの電流は、リブ40a及び40bを通過して、クラッド層30中へ流される。

【0018】コンタクト154a及び154bを形成後、分離溝156は、層148、32、30、28、26、24、及び22を貫通して基板20中へ形成される。次に、基板上に均一な金属コンタクト58が形成される。分離溝156は、例えばポリイミド等の絶縁材料で充填されてもよいし、例えば Si_3N_4 等の材料からなる保護被覆剤158で被覆されてもよい。

【0019】実施では、レーザアレイ100は、レーザアレイ10と同じ方法で、複数の素子を有するバーから構成されるウェハ上に製造される。保護被覆剤158の使用後、バーは、ウェハから切断され、前面層及び背面のレーザファセットは、被覆される(図示されていない)。次に、個々のレーザアレイは、バーから分割され、マウント62に取り付けられる基板と共にパッケージされる。そして、ワイヤ(図示されていない)が、露出電気コンタクト154aおよび154bに取り付けられる。

【0020】空乏層148がレーザモードの拘束を増大させるという点でこのレーザアレイ100は、レーザアレイ10にまさる利点を有するので、単一の空間モードにおいて更に高い電力出力で動作できる。更に、メサリブの回りに空乏層148を追加することにより、デバイスの構造的な完全性が増す。しかしながら、レーザアレイ100は、追加のエピタキシャル成長を必要とするので、より複雑になる。

【0021】図3は、p形の GaAs (米国特許第4,792,958号参照)より生成されるコンタクト層240を含む第3実施例のレーザアレイ200を示す。レーザアレイ200は、レーザアレイ100と非常に類似した方法で形成される。まず、エピタキシャル層22、24、26、28、30、32、34、36、及び38が、基板20上に成長され、次に、リブ40a及び40bがエッチングにより画定されて、そしてn形の空乏層148が成長される。一方、レーザアレイ100と異なるとリブエッチングマスクは、完全に除去される。そして、コンタクト層240が両方のリブの上に均一に成長される。次に、分離溝246は、層240、148、32、30、28、26、24、及び22を貫通して基板20中へ形成される。そして、別個の金属コンタクト254a及び254bが、エピタキシャル面に付着され、均一の金属コンタクト58が、基板20に付着される。メタルコンタクト254a及び254bは、レーザ素子毎の個々のアドレスを可能にできる。レーザアレイ100のように、溝246は、例えばポリイミド等の絶縁材料で充填されてもよいし、又は、例えば Si_3N_4 等の材料よりなる保護被覆剤158で被覆されてもよい。

【0022】リブ40a及び40bが半導体材料の層によって保護されるという点でこのレーザアレイ200は、レーザアレイ10や100にまさる利点を有する。更に、レーザ素子への接触（接点）抵抗は、金属コンタクト254a及び254bと、その下の半導体層の間の接触領域の増大により、実質的に減少される。しかしながら、レーザアレイ200は、3回エピタキシャル層成長を必要とするので、よりコストがかかると共に、おそらくより低い歩留りとなるであろう。

【0023】先に説明された実施例は、単一チップ上に2つよりも多いレーザ素子がある場合には変更されてもよい。しかしながら、2つよりも多いレーザ素子を有するレーザアレイに伴う問題は、個々のレーザ素子をアドレスするコンタクトを分離する必要があるということである。多くの場合、素子同士の間の望ましくない電気又は熱の相互作用を少なく保つことは、大変重要である。分離は、内側のレーザ素子用のコンタクトが他の一つのレーザ素子と交差する場合に、特に重要である。更に、分離は溝と交差する場合に特に困難である。

【0024】図4は、2つよりも多い素子を有するレーザアレイの分離に関する問題を、実質的に克服する多重（マルチプル）レーザアレイ300を示す。図示されているように、レーザアレイ300は、4つのレーザ素子312a、312b、312c、及び312dを有する。各レーザ素子は、レーザアレイ10（図1参照）中のレーザ素子と実質的に同じである。

【0025】レーザアレイ300を形成するために、エピタキシャル層構造体は、上述されたようにリブ340a、340b、340c、及び340dであるように（エッチングによって）成長される。次に、溝346a、346b、及び346cは、レーザ素子同士の間にリアクティブ（反応性）イオンエッチング又はウェット化学的エッチングによって形成される。そして、絶縁層348は、構造体全体上に形成され、窓が絶縁層348中のリブ340a、340b、340c、及び340d上に開口される。層348は、溝346a、346b、及び346cが充填されるように堆積される。更に、特別な電気コンタクトパターンは構造体上に形成される。

【0026】特別な電気コンタクトパターンにより、レーザ素子毎の独立アドレスが可能になる。図5には、好適な特別な電気コンタクトパターンが示されている。図5は、斜線で示されている特別な電気コンタクトパターン350を圍える多重レーザアレイ300の平面図を示す。図示されているように、パターン350は、クロスオーバー（交差）領域362及び364に金属を備える。エッチングマスクは、クロスオーバー領域の形成を促進するように、クロスオーバー領域362及び364中のリブの頂部から除去されない。（クロスオーバー領域を含む）パターン350は、例えばCr-Au二重膜を備える等のリフトオフ（取り除き）マスクを介してメタライズするこ

とによって、形成される。

【0027】絶縁層348が、溝346a、346b、及び346cを充填すると、絶縁層の頂部表面は実質的にプレーナとなる。これにより、リブ340a、340b、340c、及び340d、並びに溝346a、346b、及び346c上にメタライゼーション（金属処理）パターン350を正確かつ連続的に成形できる。メタライゼーションパターンは、それぞれのレーザ素子312a、312b、312c、及び312d毎に1つずつ、計4つのコンタクト380a、380b、380c、及び380dを含む。コンタクト380a、380b、380c、及び380dは、別々のワイヤを取り付けるために、対応のボンディング（接合）パッド382a、382b、382c、及び382dをそれぞれ有する。外側のボンディングパッド382a及び382dは、分岐ストライプ390a及び390dとそれぞれ接続する。内側のボンディングパッド382b及び382cは、金属接続ブリッジ392及び394を介してコンタクトストライプ390b及び390cとそれぞれ接続する。接続ブリッジ392及び394は、絶縁クロスオーバー領域362及び364上に位置するので、コンタクト380b及び380cをレーザ素子312a及び312dから分離（絶縁）する。パターン形成されたコンタクトメタライゼーションがエピタキシャル面上に形成された後、前面層及び背面のレーザファセットは、被覆され、レーザアレイはマウント62に取り付けられる基板と共にパッケージされる。次に、ワイヤは露出されたボンディングパッド382a、382b、382c、及び382dに取り付けられる。

【0028】

【発明の効果】本発明は、半導体レーザのわずかな隙間された（密な）アレイ中のクロストークを減少できる設計及び製造技術を提供する。

【図面の簡単な説明】

【図1】2つのレーザ素子を有する第1実施例の半導体レーザアレイの断面図。

【図2】2つのレーザ素子を有する第2実施例のレーザアレイの断面図。

【図3】2つのレーザ素子を有する第3実施例のレーザアレイの断面図。

【図4】4つのレーザ素子を有する第4実施例のレーザアレイの断面図。

【図5】図4のレーザアレイの平面図であり、特に4つのレーザ素子と独立して接続する金属接続のジオメトリ（形状）を示す。

【符号の説明】

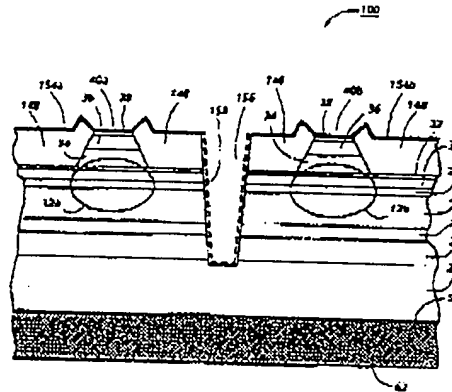
12a レーザ素子

12b レーザ素子

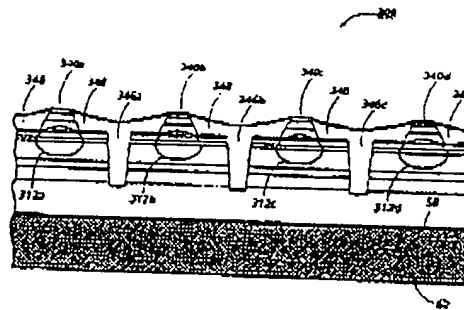
20 基板

40a リブ

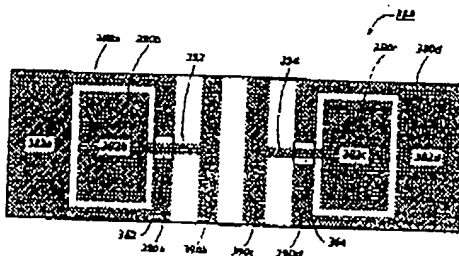
【圖 2】



【图4】



【图5】



BEST AVAILABLE COPY